

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE



Applicant(s): LWW, Jyh-Jiun et al.

Application No.:

Group:

Filed: August 7, 2001

Examiner:

For: METHOD FOR DECIDING SEMI-S CURVE FOR TONE PROCESS OF A
DIGITAL COLOR IMAGE

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents
Box Patent Application
Washington, D.C. 20231

August 7, 2001
3313-0371P-SP

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55(a), the
applicant hereby claims the right of priority based on the following
application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Taiwan	90101981	02/01/01

A certified copy of the above-noted application(s) is(are)
attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this,
concurrent, and future replies, to charge payment or credit any
overpayment to deposit Account No. 02-2448 for any additional fees
required under 37 C.F.R. 1.16 or under 37 C.F.R. 1.17; particularly,
extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By: Joe McKinney Muncy

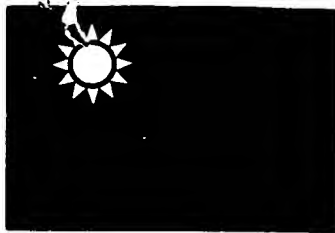
JOE MCKINNEY MUNCY

Reg. No. 32,334

P. O. Box 747

Falls Church, Virginia 22040-0747

Attachment
(703) 205-8000
/kw



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

LEE, Jyh-Jiun et al,
August 7, 2001
BSKB, LLP.
(703) 205-8000
3313-0371A
1 of 1

J1036 U.S. PTO
09/922854
08/07/01

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2001 年 02 月 01 日
Application Date

申請案號：090101981
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

局 長
Director General

陳明邦

發文日期：西元 2001 年 3 月 21 日
Issue Date

發文字號：09011004263
Serial No.

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	1. 李志君 2. 陳君彥
	姓 名 (英文)	1. Jyh-Jiun LEE 2. Chun-Yen CHEN
	國 籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 新竹市崧嶺路55巷25號4樓 2. 彰化縣芎林鄉文林村文山路42巷10弄17號
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	姓 名 (名稱) (英文)	1. Industrial Technology Research Institute
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹縣竹東鎮310中興路四段195號
	代表人 姓 名 (中文)	1. 林信義
	代表人 姓 名 (英文)	1.



四、中文發明摘要 (發明之名稱：決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法)

本發明是一種決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，本方法主要是透過分析數位影像之資料結構的手段，依據一幅數位影像的階調值(如RGB, YCrCb, Luv, LCH)分佈情形，決定出較適合於這張數位影像的半S形階調轉換曲線，對於其中包含大面積單色區域的數位影像，更利用大面積單色影像分佈的權重處理步驟，重組數位影像之階調分佈圖，藉此增加數位影像在影像輸出裝置的亮度對比效果和顏色飽和效果。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

【發明的應用範圍】

本發明係有關一種數位影像之階調(或稱色調)處理方法，特別是一種針對點陣式數位影像(Raster Digital Image)可以依據每一幅數位影像之階調值(如RGB, YC_rC_b , LCH)的分佈情形，決定出適合於每一幅數位影像之半S形階調轉換曲線的處理方法。

【發明的相關技術】

在已知的數位影像的控制領域中，與影像品質具有直接關係的因素中除了解析度(Resolution)之外，最重要的就是色彩的真實度；與解析度的控制相較，色彩的控制就顯得較為複雜。目前用以定義色彩的色度系統大概包括有：紅綠藍(RGB)模式，亮度/飽和度/色相(YC_rC_b 、LCH、Lab、Luv)模式(L: Lightness 亮度, uv是色度圖的兩個座標(近似x y), C: chroma 色飽和, H: hue 色相)、XYZ(CIE標準三刺激值色度系統)模式、CMYK(青色Cyan, 洋紅Magenta, 黃色Yellow, 黑色Black以"K"表示)模式。無論是哪個色度系統，人眼對他們的灰階(Gray scale)表現(即黑白/亮暗的表現)特別敏感。其中，RGB系統有RGB個別的灰階表現，或稱為階調(Tone scale)表現；其他色度系統的灰階表現則是在他們的亮度參數上。

而經過多方研究，可大致確定以「第1圖」所示的一種近似S形的階調轉換曲線對數位影像作階調轉換，可以增加影像輸出裝置的亮度對比效果和顏色飽和效果。依據色度系統的不同，階調代表了不同的意義，例如在亮度/



五、發明說明 (2)

飽和度/色相 ($YCrCb$ 、LCH、Lab、Luv) 模式、XYZ (CIE 標準三刺激值色度系統) 模式、CMYK 模式，階調的意義通常就是指將白色到黑色的連續灰階分割為數位的階調 (8 位元時為 256 階)；但是，也可以將飽和度分割為數位的階調。在 RGB 模式中，則可代表 R (Red)、G (Green)、B (Blue) 三種色光個別的明度的數位的階調 (單色灰階)，或轉換成純粹是黑白的數位的階調 (灰階)。而在「第 1 圖」所示的 S 形階調轉換曲線中，橫軸方向代表轉換前原始數位影像的階調值，而在縱軸方向則代表了轉換之後數位影像的階調值。

以調整數位影像的 RGB 階調值為例，S 形曲線轉換的意義就是想要利用 S 形階調轉換曲線對數位影像中的 R、G、B 三種色光做階調轉換，得到一幅階調更好的影像。通常在未利用 S 形階調轉換曲線進行階調轉換之前，轉換曲線是一條呈 45° 的直線 (見「第 1 圖」，以下簡稱為原始曲線)，若要增加影像輸出裝置的亮度對比效果和顏色飽和效果，則我們就必需要改變轉換曲線的分佈。最基本而且有效的方法就是用分布等化 (Histogram equalization)，這種方法雖然能獲得最佳的整體影像對比及顏色飽和度效果，但卻破壞了影像內各成分間的相對關係，造成影像階調的不協調。最近很多人就用一種近似 S 形的階調轉換曲線，來增加影像的亮度對比效果和顏色飽和度，並且能大致保持影像內各成分間的協調相對關係。

一般而言，數位影像的輸出裝置 (如彩色顯示器、印



五、發明說明 (3)

表機或其它類似者)我們都能線性的反映出影像的亮度和顏色的飽和。或是以S形階調轉換曲線來處理影像，來增加其對比度和色彩飽和度。但是由於產品設備的響應範圍不一，如「第1圖」所示，通常是依據產品特性而設定不同的S形階調轉換曲線。這種習知的處理方法，針對某一產品設備而言，都是使用相同的S形階調轉換曲線。

但是以RGB模式的數位影像為例，每幅數位影像中R, G, B之階調值的分佈均不相同，所以在對不同之數位影像進行S形階調轉換時，並不宜全部使用相同的S形階調轉換曲線。

目前已知透過S形階調轉換曲線控制數位影像之階調值的作法大概可分為三種：第一種是一種設備固定採用一條轉換曲線，完全不考慮數位影像本身的階調分佈；這種方法無法隨影像做適時的調整。第二種是將數位影像區分為數類(如風景類、人物類)，每一類固定用相對的一條轉換曲線，如此作法只能大略的將數位影像作一區分，還是無法根據每一幅數位影像本身的階調特質，提供合適的階調轉換曲線。第三種是先給予一種近S形階調轉換處理函式(function)，例如Sinc函式、高斯(Gaussian)函式，再依據數位影像本身的階調特質，給予不同的強度振幅參數(可影響對比度)，提供合適的階調轉換曲線。目前，習知的這三種S形數位影像色調處理方法，是以第三種較佳之影像品質；但由於整幅影像階調的分布並不均勻，用單一的S形階調轉換處理函式時，往往會顧此失



五、發明說明 (4)

彼。此外，人眼視覺對整幅影像內有大面積之單色調影像時，能自動加以去除其效應；但上述各種方法都無法消除速大面積之單色影像對階調計算的影響。

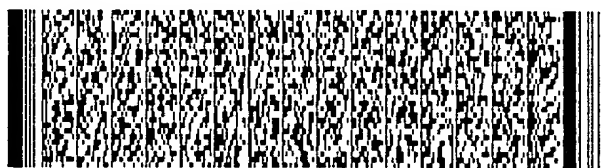
採用一種具有半S形階調轉換曲線(Semi-S Curve Tone Process)及大面積的單色區域權重處理功能的色調處理方式法，即可解決此問題。

【發明之目的與概述】

本發明的主要目的，就是要提供一種可以根據數位影像的階調分佈特質，決定出適合之半S形階調轉換曲線(Semi-S Curve Tone Process)的方法。本發明所設計的半S形階調轉換曲線是由一個暗色加強二次曲線函數及一個亮色加強二次曲線函數連結成一個近似S形階調轉換曲線。

本發明的另一目的，就是要提供一種數位影像之階調處理方法，可以依據每一幅數位影像之階調值(如RGB, $YCrCb$, Luv, LCH)的分佈情形，決定出適合於每一幅數位影像的半S形階調轉換曲線，藉此增加數位影像在影像輸出裝置的亮度對比效果和顏色飽和效果。

本發明所揭露的影像階調處理方法，主要是透過數位影像的階調分佈圖(Histogram)，分析數位影像的資料結構，再透過一半S形階調轉換曲線的產生手段，建立一個針對數位影像之階調分佈特質而設計的半S形階調轉換曲線，藉由此一半S形階調轉換曲線對數位影像進行階調控制，用以增加數位影像在影像輸出裝置的亮度對比效果和



五、發明說明 (5)

顏色飽和效果。

本發明所揭露的方法之中，更針對數位影像之中大面積的單色區域作一權重分佈的處理，依據大面積單色區域的分佈比重，對數位影像的階調分佈圖重新調整，決定出一個更適合數位影像的半S形階調轉換曲線，以去除大面積之單色影像對階調計算及處理的影響。

有關本發明的詳細技術內容及實施例，茲配合圖式說明如後。

【實施例詳細說明】

在以下的實施例說明中，本發明將以R, G, B色彩模式的影像為例，說明本發明的實現方法及步驟。

根據本發明所揭露的方法，一幅點陣式數位影像的階調處理過程，大致包含了：「取得數位影像資料」、「決定半S形階調轉換曲線」、以及「影像階調轉換」等三個階段的處理。

其中第一個階段「取得數位影像資料」，主要是透過影像色度空間轉換步驟，利用影像擷取設備（例如掃描器或是數位攝影機等），將實體物件的色彩及影像轉換為數位資料的一種過程，其技術內容可參考已知的彩色掃描技術。

而第二個階段「決定半S形階調轉換曲線」則是本發明的技術核心，其中更包含了：影像資料結構分析、大面積單色影像分佈權重處理、影像的階調強度分佈重組、半S形階調曲線轉折點設定、以及產生影像階調轉換曲線表



五、發明說明 (6)

(Look up Table)等步驟。

影像資料結構分析的步驟，主要是將數位影像的色彩資料轉換為一階調分佈圖(Histogram)，階調的範圍一般為連續整數值，8位元的影像系統涵蓋了256個(0~255)階調(Tone)。階調分佈圖是一種矩形圖，它提供了關於數位影像的統計數據，在圖中的橫軸方向代表了影像系統的連續階調值(0~255階)，縱軸方向則代表了在一幅數位影像中分佈於每一個階調值的像素(Pixel)的數目。

而本發明的基本原則，就是自階調分佈圖(Histogram)中找出每一幅數位影像之階調值(如RGB, $YCrCb$, Luv, LCH)的分佈情形，再依此為依據決定出適合這一幅數位影像的半S形階調轉換曲線，最後以此半S形階調轉換曲線為基準透過第三階段影像階調轉換的處理，達到增加數位影像在影像輸出裝置的亮度對比效果和顏色飽和效果。由於本發明是一種影像相關的色調處理技術，所以能依據各幅影像內容特性做最佳化處理而獲得較優質的影像品質及色彩飽和度。

RGB模式是最常使用的色度系統。由於RGB色彩模式係指由三色光R(Red)、G(Green)、B(Blue)合成影像的色彩，這種色彩模式稱為加色法，因為沒有光時是全黑，在各色光加入後產生顏色，而且越加越亮，加到極限時為白色，也就是指色光的階調值愈大其亮度愈高。所以依據半S形階調轉換曲線的作用可知，我們必需對數位影像中的暗色部份及亮色部份的效應予以強化，也就是說在經過半



五、發明說明 (7)

S形轉換曲線進行階調轉換之後，使原始數位影像中偏暗色部的階調值減弱，反之偏亮色部的階調值則加強；同時，RGB相對強度的比值也會變大。如此就能達到增強數位影像在影像輸出裝置的亮度對比效果和顏色飽和效果的目的。

為達上述之目的，半S形階調轉換曲線將會由一個分割點KP區分為前段的暗色加強曲線 $O-KP$ ，以及後段的亮色加強曲線 $KP-E$ ，也就是說整個半S形階調轉換曲線將會與原始曲線相交於P點，而理想的曲線分佈情形則是：暗色加強曲線 $O-KP$ 將偏離於原始曲線的下方，並且有一個最大的向下偏離點 P_1 ，此一向下偏離點 P_1 至原始曲線的垂直距離，我們稱之為最大向下偏離值 D_1 ；反之，亮色加強曲線 $KP-E$ 將偏離於原始曲線的上方，並且有一個最大的向上偏離點 P_2 ，此一向上偏離點 P_2 至原始曲線的垂直距離，我們稱之為最大向上偏離值 D_2 。所以原始數位影像的階調值在經過這種半S形階調轉換曲線的轉換之後，以分割點KP所在之階調值N為界，小於階調值N的像素將對其階調值作暗色的加強；反之，大於階調值N的像素則對其階調值作亮色的加強。

在下文中，將以調整某一8位元數位影像的RGB階調值（0~255階，最高階 $M_g = 255$ ）為例子，說明本發明如何依據數位影像之階調分佈情形，決定半S形階調轉換曲線的實施步驟，其包括有：

步驟1. 分析數位影像資料結構，決定半S形階調轉換



五、發明說明 (8)

曲線的分割點KP；

步驟2. 決定半S形階調轉換曲線在分割點KP以前的暗色加強曲線 $0 \sim KP$ ；以及

步驟3. 決定半S形階調轉換曲線在分割點KP以後的亮色加強曲線 $KP \sim E$ 。

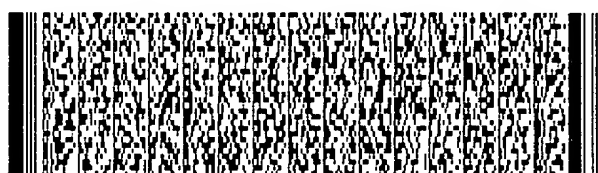
在前述的步驟1. 中，首先建立RGB的階調分佈圖(Histogram)，將之轉換為RGB像素在每一階(0~255階，也就是指階調值)的出現機率 $F_n (n=0 \sim 255)$ ，再從0階開始累加RGB在每一階的出現機率，當累加的出現機率 $\sum F_n (n=0 \sim N)$ 達 $1/P$ (P為使用者自設之"分割參數"，且為一整數值)時便記錄下當時的階調值N作為半S形階調轉換曲線的分割點KP的位置(見「第2圖」)。

在上文中，所謂的出現機率 F_n 是指數位影像中某一階(0~255階(code value))之RGB像素(Pixel)在數位影像中的出現機率，例如R、G、B三原色在64階的像素數目分別為300、400、570，而整個數位影像的總像素數目為40萬，則在64階的出現機率 F_{64} 即可下式一表示：

$$F_{64} = (300/400000) + (400/400000) + (570/400000) = 0.003175 \\ \dots \dots (式一)$$

所以我們也可以視出現機率 F_n 就是指某一階像素之數目在數位影像之總像素數目中的佔有率。

在前述的步驟2. 中，本發明是由階調值為0階處開始對RGB的出現機率 F_n 累加至 $(N/2)$ 階處(例如分割點位置的階調值N為100，則 $(N/2)$ 階即指50階的位置)，取得累加出



五、發明說明 (9)

現機率 $\sum F_n(n=0 \sim (N/2))$ 的值設為 F_1 ，再依下式二，求得最大的向下偏離點 P_1 的最大向下偏離值 D_1 。

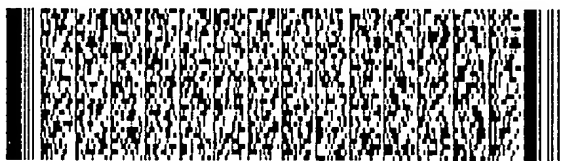
$$\begin{aligned} D_1 &= C_1 (2PF_1 - 1) && \text{當 } 2PF_1 - 1 < 0 \\ D_1 &= 0 && \text{當 } 2PF_1 - 1 \geq 0 \end{aligned} \quad (\text{式二})$$

於是我們便可根據原點 $O(0, 0)$ 、分割點 $KP(N, N)$ (或 $(N, 0)$) 的座標值及最大向下偏離值 D_1 此三個數值求出表示暗色加強曲線 $O \sim KP$ 的二次曲線公式及其圖形 (見「第 3 圖」)。其中， C_1 為暗色對比加強常數 (正數)，例如，在第 6 圖、7 圖、8 圖、9 圖實施例中，設 $C_1 = N \cdot (2PF_1 - 1)$ 為暗色充足因子， $(2PF_1 - 1) \geq 0$ 表示影像暗色已經足夠，不需再加強。

至於步驟 3.，則是再由 $(N+255)/2$ 階處的出現機率 $F_n(n=(N+255)/2)$ 開始累加到 255 階，取得累加出現機率 $\sum F_n(n=(N+255)/2 \sim 255)$ 的值設為 F_2 ，再依下式三，求得最大的向上偏離點 P_2 的最大向上偏離值 D_2 。

$$\begin{aligned} D_2 &= C_2 [(1 - 2PF_2) / (P - 1)] && \text{當 } (1 - 2PF_2) / (P - 1) \geq 0 \\ D_2 &= 0 && \text{當 } (1 - 2PF_2) / (P - 1) < 0 \\ &\cdot \cdot \cdot \cdot (\text{式三}) \end{aligned}$$

其中， C_2 為亮色對比加強常數 (正數)，例如，在第 6 圖、7 圖、8 圖、9 圖實施例中，設 $C_2 = (255 - N) \cdot (1 - 2PF_2) /$



五、發明說明 (10)

$(P-1)$ 為亮色充足因子， $(1-2PF_2)/(P-1)<0$ 表示影像亮色已經足夠，不需再加強。

同理，我們便可根據曲線終點 $E(255, 255)$ (或是 $(255, 0)$)、分割點 $KP(N, N)$ (或 $(N, 0)$)的座標值及最大向上偏離值 D_2 求出表示亮色加強曲線 $KP \sim E$ 的二次曲線公式及其圖形(見「第4圖」)。

結合上述的暗色加強曲線 $O \sim KP$ 與亮色加強曲線 $KP \sim E$ ，便可以決定出適合該數位影像的半S形階調轉換曲線(見「第5圖」)。接著我們選了一幅如「第6A圖」所示的原始數位影像，以這個由前述之步驟所決定的半S形階調轉換曲線為基準進行影像階調轉換的處理，當前述用於決定分割點的 P 值分別設為2與3時，我們可以由「第6B~6C圖」這兩個經過階調轉換處理之後的數位影像看出，其中的亮度對比效果和顏色飽和效果將有明顯的改善。以相同的技術處理如「第7A~7C圖」的風景影像，或是如「第8A~8C圖」的人物影像，我們已經可以很確切的確定此種方法所決定的半S形階調轉換曲線，可以根據每一幅數位影像本身的階調分佈情形，做適當的調整。

但是在實際的應用處理過程中，我們發現在一幅數位影像之中若是有大面積的單色區域存在時，卻會影響整條轉換曲線的分佈。例如『第9A~9C圖』的三張主題內容相同的數位影像，其中「第9A圖」的數位影像週緣有大面積的白色區域圍繞，在「第9B圖」的數位影像週緣有大面積的黑色區域圍繞，在「第9C圖」的相同數位影像



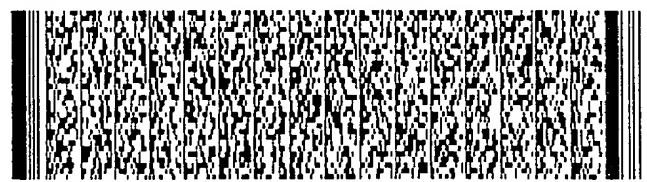
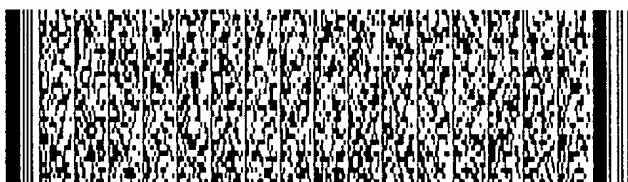
五、發明說明 (11)

週緣則沒有任何大面積的單色區域圍繞，則依據本發明決定半S形階調轉換曲線的原則，這三張數位影像的轉換曲線應該彼此相同。但是由於大面積的單色區域的影響，卻使得這三張影像透過本發明前述的步驟所決定的轉換曲線均不相同。但在人眼的視覺系統中，會自動降低這些效應的影響。

而為了克服這個問題，我們的作法是在進行前述第二個階段的步驟之前，增加了大面積單色影像分佈權重處理、以及重組數位影像之階調分佈圖這兩個步驟，來達到降低大面積之單色影像對階調計算及處理的影響。

其中的大面積單色影像分佈權重處理步驟，主要是在分析階調分佈圖 (Histogram) 所表示的影像資料時，先將大面積的單色區域 (就是指像素之階調值相同的區域) 的部分擷取出來，再依它們的面積大小 (LR) 分別乘上一個權重值，而這個權重值 (Weighting Value) $F(W_f)$ 可以根據其面積成一線性的降低或非線性的降低如「第10圖」所示，圖中的橫軸方向代表單色區域的面積，縱軸方向則代表權重值，藉由此一步驟重新計算數位影像的階調出現機率，然後重組一個經過權重處理的階調分佈圖。

首先我們訂定一個臨界值 LR_{th} ，以這個臨界值 LR_{th} 為判斷其面積大小的標準，而面積的單位 (也就是臨界值 LR_{th} 的單位) 可以是每一階 (0~255 階) 像素的數目，也可以是每一階像素的出現機率 $F_n(n=0\sim 255)$ ，舉凡面積小於這個臨界值 LR_{th} 者的權重比均設為 1，而每一個大於等於此臨界值



五、發明說明 (12)

LR_{th} 的單色區域則依他們彼此大小關係給予一個介於0至1區間的權重值，所以其中面積最大者的權重值將被設為0，而權重值自0至1區間的變化關係，可以根據其面積的大小成一線性(Linear)的降低或非線性(Non Linear)的降低關係，其中的非線性關係曲線可由使用者自訂，至於線性關係的權重值則可以藉由下式四予以決定。

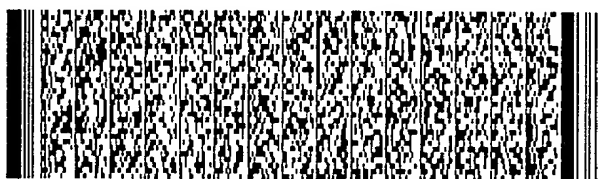
Linear $F(W_f)$:

$$F(W_f) = 1 \quad \text{當 } LR < LR_{th}$$

$$F(W_f) = 1 - (LR - LR_{th}) / (1 - LR_{th}) \quad \text{當 } LR \geq LR_{th}$$

· · · · · (式四)

當然、數位影像的眾多組成像素之中，相同階調值者可能為數眾多，但是它們可已均勻分散於數位影像的各個位置，而且不同階調值所佔的面積可能彼此相差不大；假設0~255階中每一階的像素數目均相同，則代表每一種單色區域(也就是每一階)所佔的面積均相同，而且均佔數位影像總面積的 $1/256$ ，在這種情形下是不需要大面積單色影像分佈權重處理、以及重組數位影像之階調分佈圖這兩個步驟，來降低大面積之單色影像對階調計算及處理的影響。所以前述臨界值 LR_{th} 的數值我們不宜設定的太小如 $1/256$ ，這個臨界值 LR_{th} 所代表的大面積單色區域，例如可以訂定為 $1/20$ 甚至 $1/10$ 以上，較能看出本發明降低大面積之單色影像對階調控制影響的效果。



五、發明說明 (13)

而本發明所揭露之方法的具體實施態樣，將可以透過程式化的手段加入相關的數位影像處理軟體之中，也可以透過實體電路的設計直接於數位影像相關之輸出設備中予以實現。

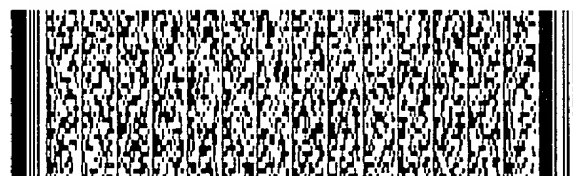
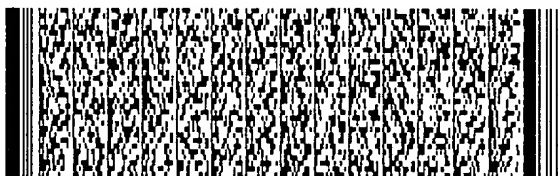
【發明的功效】

本發明所提供的方法可以針對每一幅數位影像的階調分佈的特質，找出合適的半S形階調轉換曲線，與傳統技術僅使用單一種或數種不同類型的轉換曲線的作法相較，本發明所提供的半S形階調轉換曲線，顯然更能針對每一幅影像的特質加強數位影像的亮度對比效果和顏色飽和效果。

本發明對於數位影像之中存在大部份的單色區域，更可以透過大面積單色影像分佈權重處理、以及重組數位影像之階調分佈圖這兩個步驟，來降低大面積之單色影像對階調控制的影響。

本發明所提供的方法，除了擁有分布等化的最佳整體影像對比及顏色飽和度效果優點，S形的階調轉換曲線的兼顧亮度對比、顏色飽和度、影像協調優點。更擁有獨特的影像相關最佳化處理方法：影像相關半S形階調轉換曲線及大面積單色影像分佈權重處理；而可在各產品設備上獲得優質影像。

以上所述係為本發明之較佳實施例說明，並非用以限制本發明之技術範疇，意即是本發明之方法亦可適用於其它例如：



五、發明說明 (14)

RGB 色彩模式的同性質像素sRGB(standard RGB)色度系統(係為一種新的RGB色度系統標準)；

LCH的同性質像素CIE Lab, Munsell 色度座標系；以及

YC_rC_b 的同性質像素Luv。



圖式簡單說明

【圖式簡單說明】

第 1 圖，係為印表機與顯示器在影像之階調轉換曲線圖中的響應範圍分佈圖。

第 2 圖，顯示在半 S 形階調轉換曲線中決定分割點 KP 的位置。

第 3 圖，顯示在半 S 形階調轉換曲線中決定暗色加強曲線的分佈情形。

第 4 圖，顯示在半 S 形階調轉換曲線中決定亮色加強曲線的分佈情形。

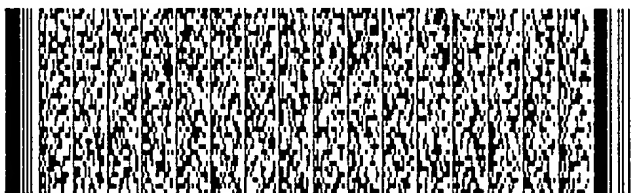
第 5 圖，顯示由第 3、4 圖之暗色加強曲線與亮色加強曲線所組成之半 S 形階調轉換曲線的分佈情形。

第 6 A~ 6 C 圖，係為本發明的一種實作結果，顯示數位影像進行階調曲線轉換前，以及利用 P 值取 2 和 3 所決定之階調轉換曲線進行轉換後的結果。

第 7 A~ 7 C 圖，係為本發明的另一種實作結果，顯示風景影像進行階調曲線轉換前，以及利用 P 值取 2 和 3 所決定之階調轉換曲線進行轉換後的結果。

第 8 A~ 8 C 圖，係為本發明的一種實施結果，顯示人物影像進行階調曲線轉換前，以及利用 P 值取 2 和 3 所決定之階調轉換曲線進行轉換後的結果。

第 9 A~ 9 C 圖，顯示三張主題內容相同的數位影像，在分別具有不同之大面積單色區域，與沒有大面積單色區域之情形下，對決定之半 S 形階調轉換曲線的影響及其彼此間的差異。



圖式簡單說明

第 10 圖，係為大面積單色區域之面積大小與權重值之間呈線性或非線性反比的關係圖。

【圖式符號說明】

P 分割參數

KP 分割點

$O \sim KP$ 暗色加強曲線

$KP \sim E$ 亮色加強曲線

P_1 最大的向下偏離點

D_1 最大向下偏離值

C_1 暗色對比加強常數

P_2 最大的向上偏離點

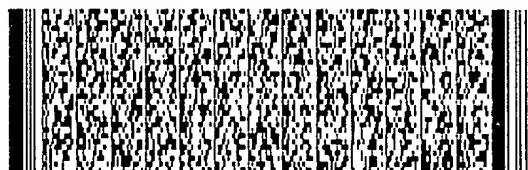
D_2 最大向上偏離值

C_2 亮色對比加強常數

LR_{th} 臨界值

LR 大面積單色影像的面積

M_g 最大階調值



六、申請專利範圍

1、一種決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，用以針對包含有階調資料的數位影像，建立一種半S形階調轉換曲線，其包括有：

1、決定半S形階調轉換曲線之分割點KP的步驟，係建立一數位影像之階調分佈圖，累加計算其中每一階階調值（ $0 \sim M_g$ ）的出現機率 F_n ，取累加出現機率 $\sum F_n (n=0 \sim N)$ 達到一預設值 $1/P$ 當時的階調值 N 為該分割點的所在位置，其中 P 為分割參數；

2、決定半S形階調轉換曲線在該分割點以前之暗色加強曲線的步驟，係依據該數位影像之階調分佈圖，計算自0階開始至 $1/2P$ 該分割點所在之階調值 N 處的累加出現機率 F_1 ，並依下列公式：

$$D_1 = C_1 (2PF_1 - 1) \quad \text{當 } 2PF_1 - 1 < 0,$$

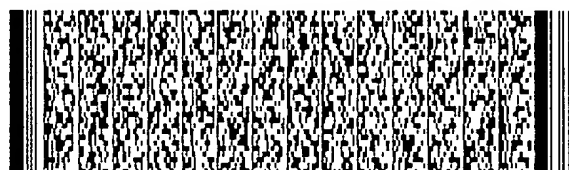
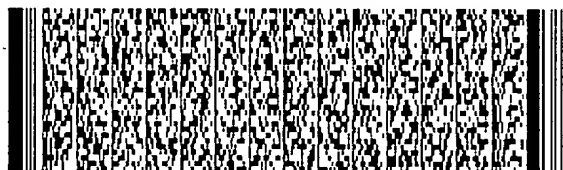
$$D_1 = 0 \quad \text{當 } 2PF_1 - 1 \geq 0,$$

其中， C_1 為暗色對比加強常數（正數）；

計算該暗色加強曲線的最大向下偏離值 D_1 ，再以該階調分佈圖中的原點、該分割點的座標位置，以及該最大向下偏離值 D_1 決定一表示該暗色加強曲線的二次曲線；以及

3、決定半S形階調轉換曲線在分割點以後之亮色加強曲線的步驟，係依據該數位影像之階調分佈圖，計算自 $(N + M_g)/2$ 階至最高階 M_g 階的累加出現機率 F_2 ，並依下列公式：

$$D_2 = C_2 [(1 - 2PF_2) / (P - 1)] \quad \text{當 } (1 - 2PF_2) / (P - 1) \geq 0,$$



六、申請專利範圍

$$D_2 = 0$$

$$\text{當 } (1 - 2PF_2) / (P - 1) < 0,$$

其中， C_2 為亮色對比加強常數（正數）；計算該亮色加強曲線的最大向上偏離值 D_2 ，再以該階調分佈圖中的該分割點、該亮色加強曲線終點的座標位置，以及該最大向上偏離值 D_2 決定一表示該亮色加強曲線的二次曲線，藉由上述的步驟形成一種由一個暗色加強二次曲線函數及一個亮色加強二次曲線函數連結成一個近似S形階調轉換曲線。

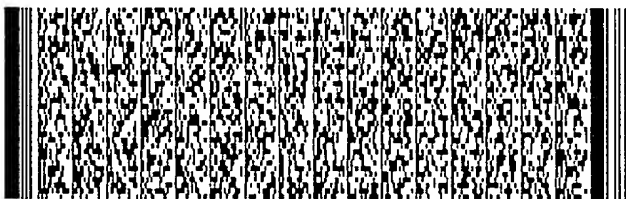
- 2、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該階調分佈圖是一種矩形圖，在該圖中的橫軸方向代表了 $0 \sim M_g$ 階的連續階調值，縱軸方向則代表了在整個數位影像中分佈於每一個階調值的像素(Pixel)的數目。
- 3、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該出現機率提指某一階像素之數目在數位影像之總像素數目的佔有率。
- 4、如申請專利範圍第3項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該像素係為RGB色彩模式的像素。
- 5、如申請專利範圍第4項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該像素更包含有RGB色彩模式的同性質像素，如sRGB(standard RGB)色度系統。
- 6、如申請專利範圍第3項所述決定數位影像之半S形階調



六、申請專利範圍

轉換曲線的方法，其中該像素係為 YC_rC_b 的像素。

- 7、如申請專利範圍第6項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該像素更包含有 YC_rC_b 像素的同性質像素，如Luv。
- 8、如申請專利範圍第3項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該像素係為LCH的像素。
- 9、如申請專利範圍第8項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該像素更包含LCH像素的同性質像素，如CIE Lab, Munsell 色度座標系。
- 10、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該預設值 $1/P$ 中的分割參數 P 為一整數值。
- 11、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該分割點係為半S形階調轉換曲線與一條呈 45° 直線型的原始轉換曲線的交點。
- 12、如申請專利範圍第11項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，在數位影像為RGB色彩模式時，該半S形階調轉換曲線的該暗色加強曲線將偏離於原始曲線的下方，並且有一個最大的向下偏離點，該向下偏離點至原始曲線的垂直距離，即為該最大向下偏離值 D_1 。
- 13、如申請專利範圍第11項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，在數位影像為RGB色彩模式時，該半S形階調轉換曲線的該亮色加強曲線將偏離



六、申請專利範圍

於原始曲線的上方，並且有一個最大的向上偏離點，該向上偏離點至原始曲線的垂直距離，即為該最大向上偏離值 D_2 。

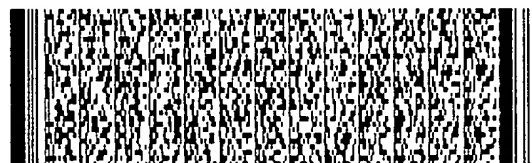
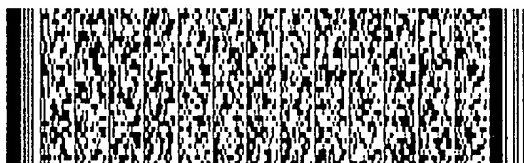
1 4、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該分割點之座標位置為 (N, N) 。

1 5、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該亮色加強曲線終點的座標位置為 (M_g, M_g) 。

1 6、如申請專利範圍第1項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中在該步驟1之前更包括有：大面積單色影像分佈權重處理、以及重組數位影像之階調分佈圖的步驟。

1 7、如申請專利範圍第16項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該大面積單色影像分佈權重處理步驟，係將數位影像之中大面積的單色區域部分擷取出來，再依它們的面積 (LR) 的大小分別乘上一個權重值 $F(W_f)$ ，再依此乘積的結果重組數位影像之階調分佈圖。

1 8、如申請專利範圍第16項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該大面積單色影像分佈權重處理步驟，係訂定一個臨界值 LR_{th} ，以該臨界值 LR_{th} 為判斷面積大小的標準，舉凡面積小於該臨界值 LR_{th} 者的權重比均設為1，而大於等於該臨界值 LR_{th} 的



六、申請專利範圍

單色區域則依他們彼此大小關係給予一個介於0至1區間的權重值。

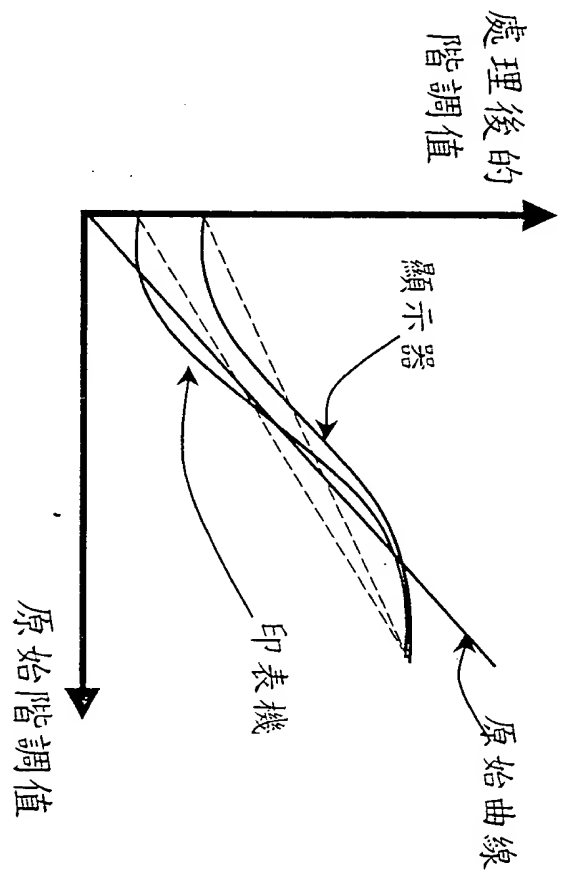
- 19、如申請專利範圍第18項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該權重值係根據其面積(LR)的大小成一線性(Linear)的降低關係，且該權重值 $F(W_f)$ 並藉由下式予以決定：

$$F(W_f) = 1 \quad \text{當 } LR < LR_{th}$$

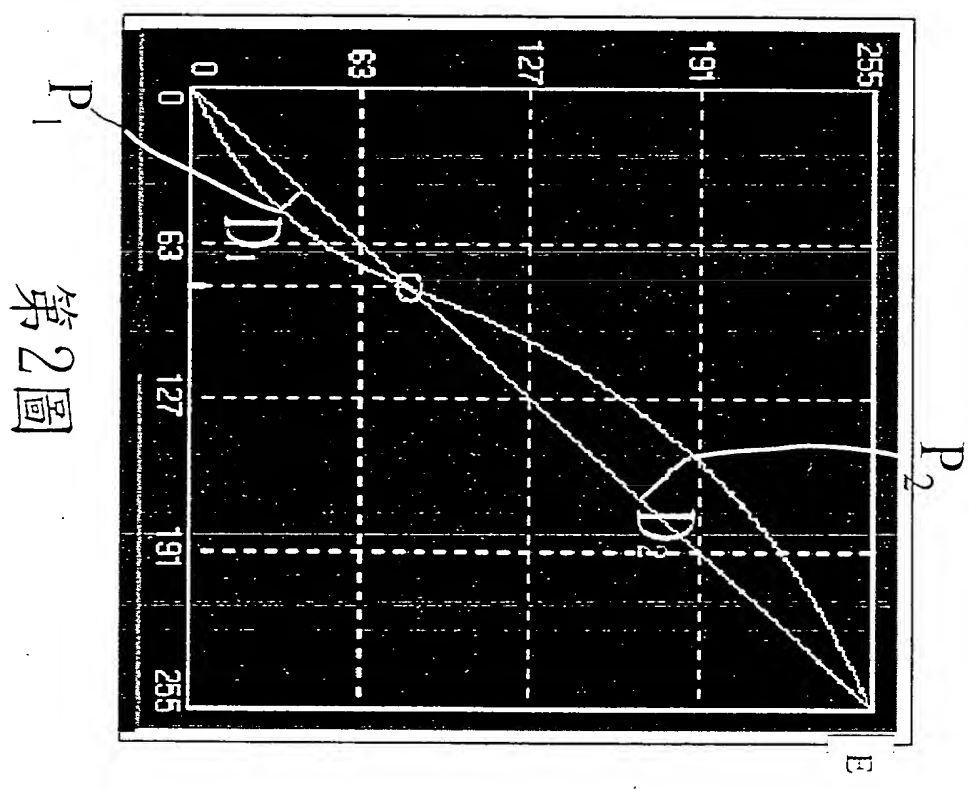
$$F(W_f) = 1 - (LR - LR_{th}) / (1 - LR_{th}) \quad \text{當 } LR \geq LR_{th}。$$

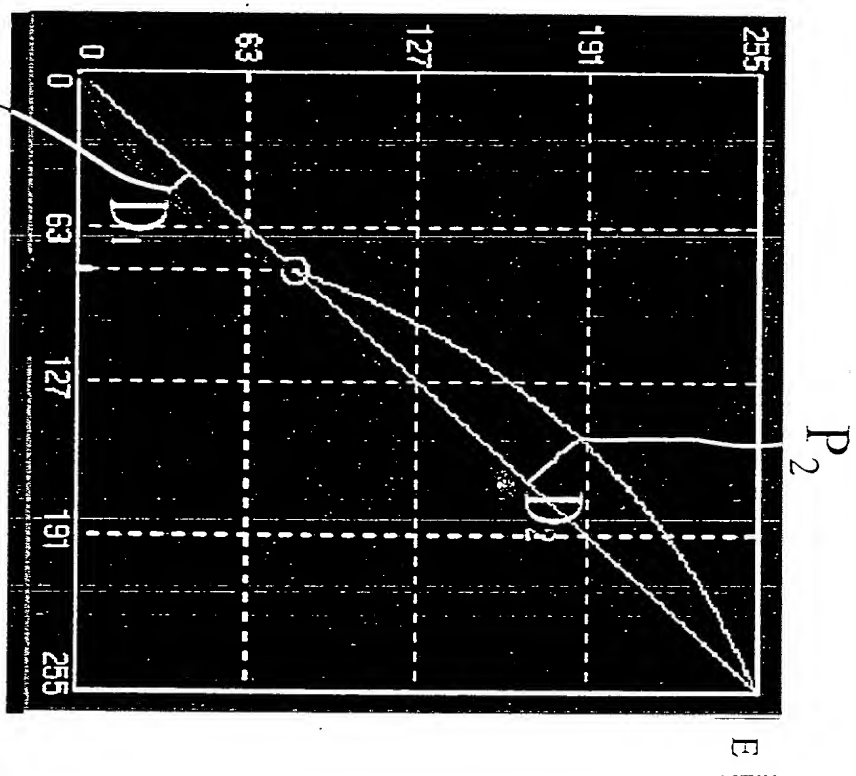
- 20、如申請專利範圍第18項所述決定數位影像之半S形階調轉換曲線的方法，其中該權重值係根據其面積(LR)的大小成一非線性(Non Linear)的降低關係。



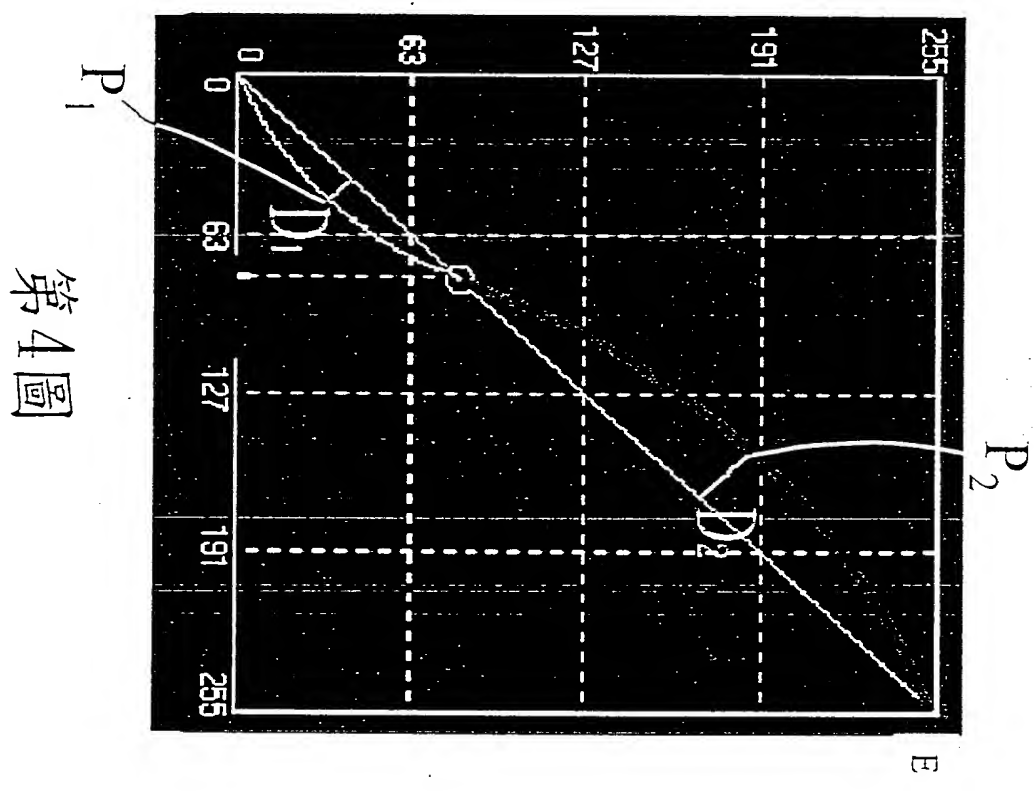


第1圖

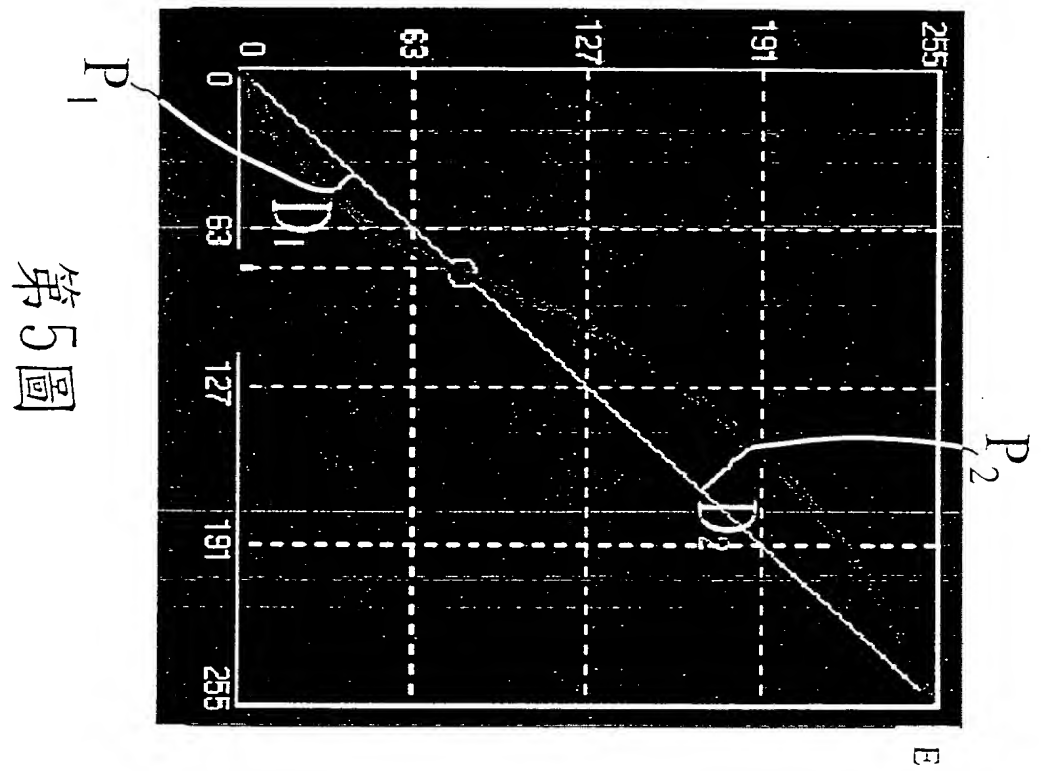




第3圖



第4圖



第5圖



原始數位影像



1/2 (P=2)



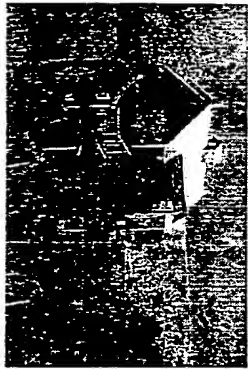
1/3 (P=3)

第6A圖

第6B圖

第6C圖

轉換前後的比較



原始數位影像



$1/2$ ($P=2$)



$1/3$ ($P=3$)

第7A圖

第7B圖

第7C圖

轉換前後的比較



原始數位影像



$1/2$ ($P=2$)



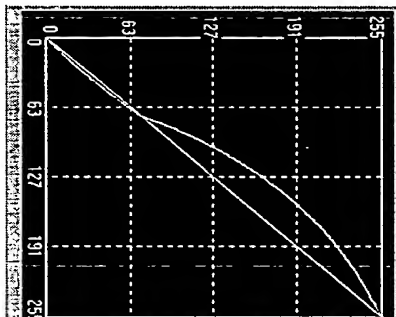
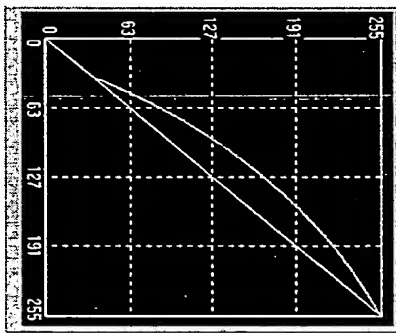
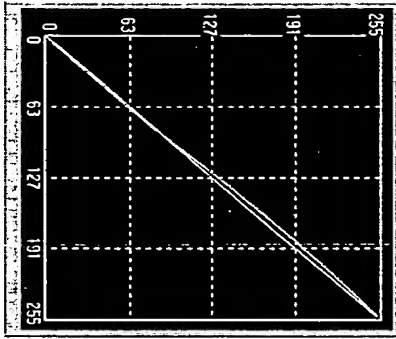
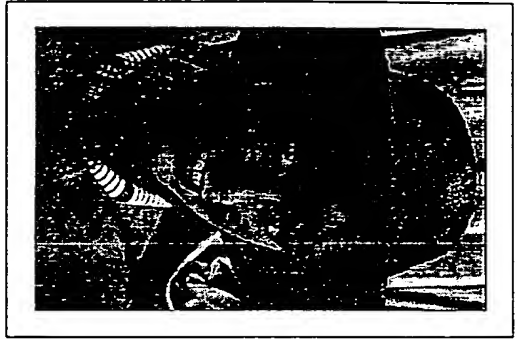
$1/3$ ($P=3$)

第8A圖

第8B圖

第8C圖

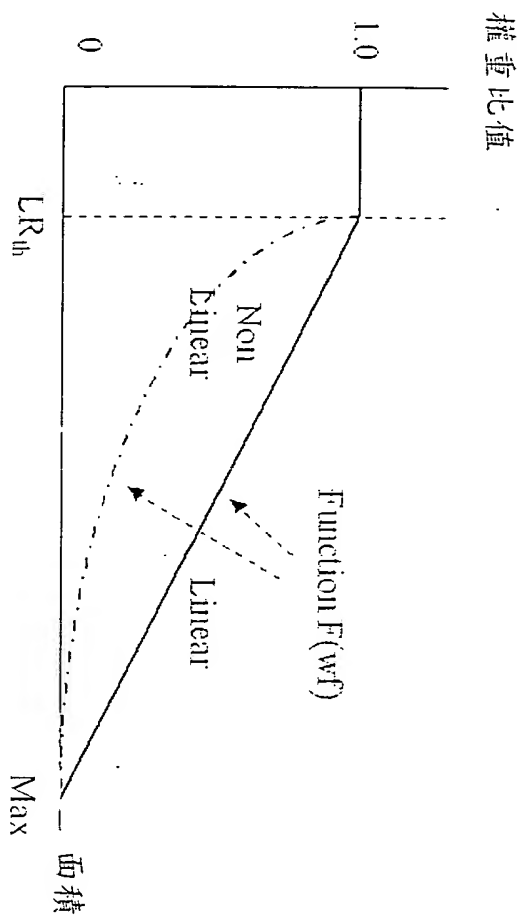
轉換前後的比較



第9A圖

第9B圖

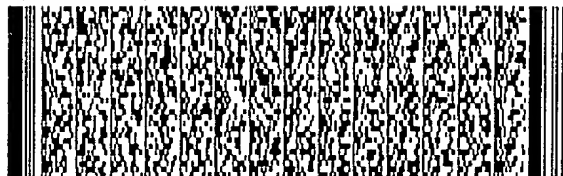
第9C圖



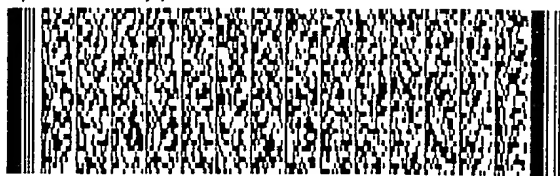
Linear $F(wf)$:
 $F(wf) = 1$, if $LR < LR_h$
 $F(wf) = (1 - LR_h) / LR$, if $LR \geq LR_h$

第10圖

第 1/24 頁



第 2/24 頁



第 4/24 頁



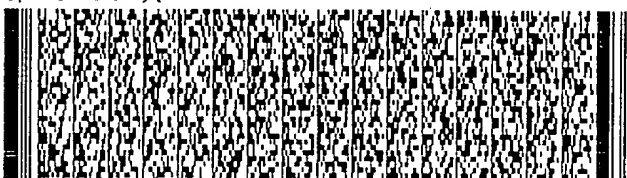
第 4/24 頁



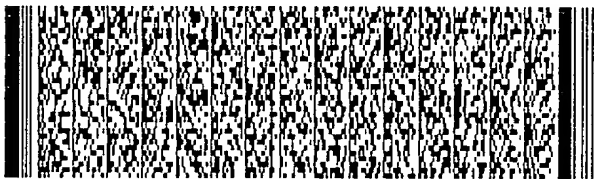
第 5/24 頁



第 5/24 頁



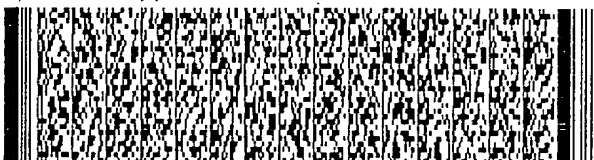
第 6/24 頁



第 6/24 頁



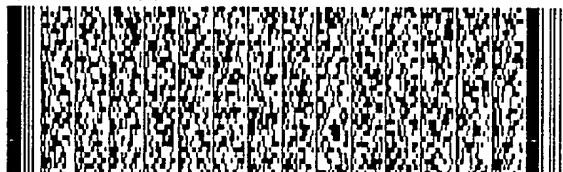
第 7/24 頁



第 7/24 頁



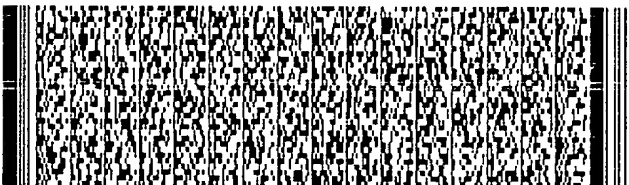
第 8/24 頁



第 8/24 頁



第 9/24 頁



第 9/24 頁



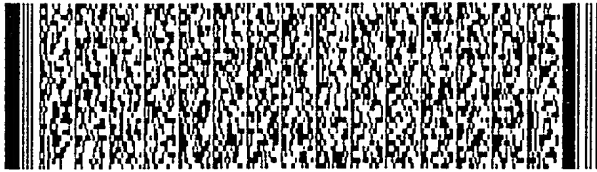
第 10/24 頁



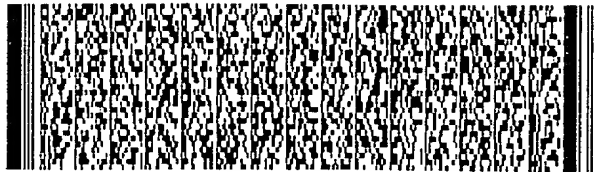
第 10/24 頁



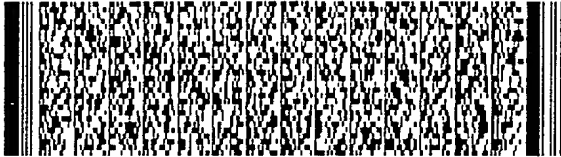
第 11/24 頁



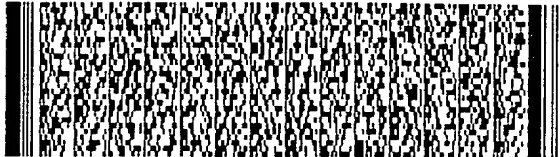
第 11/24 頁



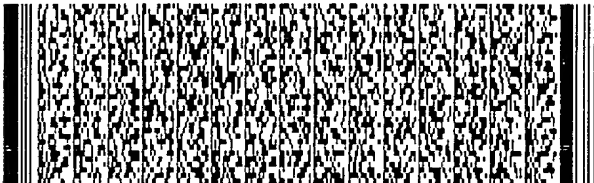
第 12/24 頁



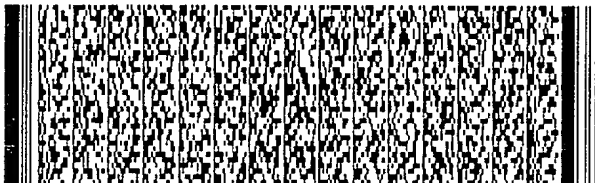
第 12/24 頁



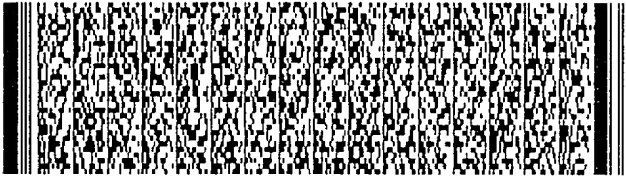
第 13/24 頁



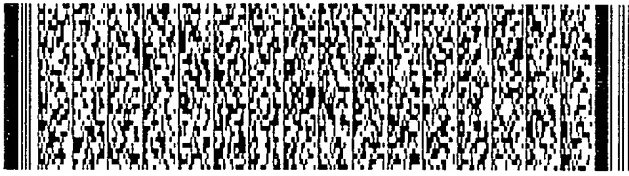
第 13/24 頁



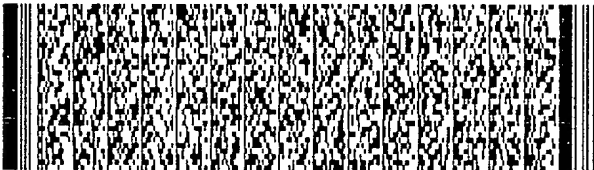
第 14/24 頁



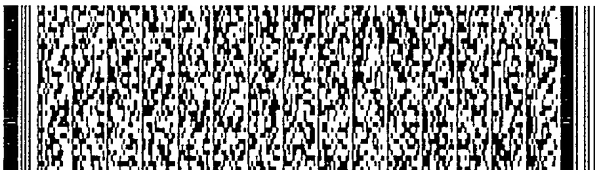
第 14/24 頁



第 15/24 頁



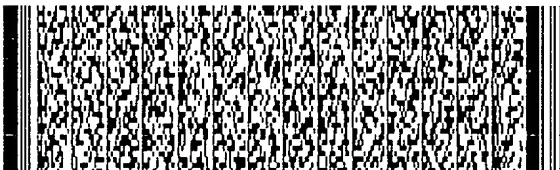
第 15/24 頁



第 16/24 頁



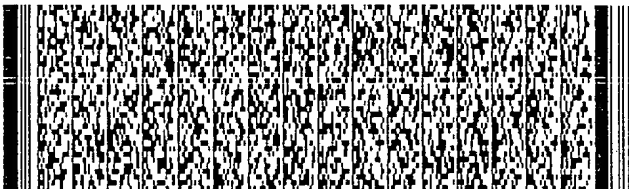
第 16/24 頁



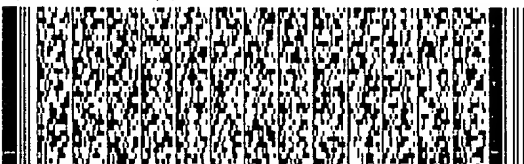
第 17/24 頁



第 18/24 頁



第 19/24 頁



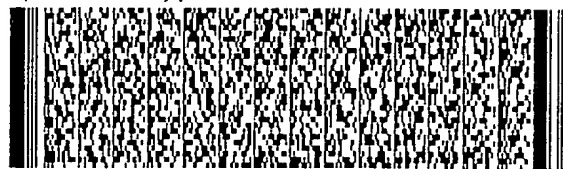
第 20/24 頁



第 20/24 頁



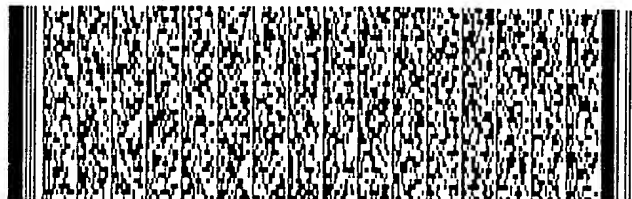
第 21/24 頁



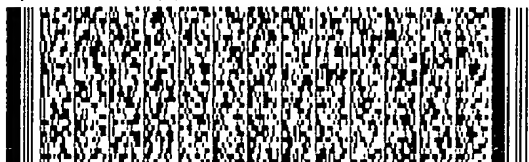
第 21/24 頁



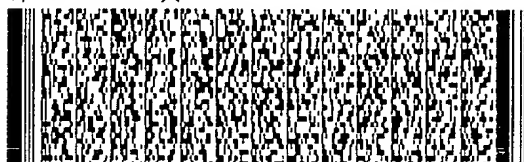
第 22/24 頁



第 23/24 頁



第 23/24 頁



第 24/24 頁

